

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh počítačového stolu do učebny
Computer Table for Classroom

Student:

Andrea DALIHODOVÁ

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání bakalářské práce

Student:	Andrea Dalihodová
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	60 Průmyslový design
Téma:	Počítačový stůl pro učebnu Computer Table for Classroom
Jazyk vypracování:	čeština

Zásady pro vypracování:

Navrhněte konstrukci stolu, pro výuku prostřednictvím počítačových stanic v prostorách učeben Katedry výrobních strojů a konstruování. Zaměřte se na potřebu navýšení kapacity učeben, zvýšení komfortu studenta a potřeby výukových metod.

1. Proveďte rešerši v oblasti navrhovaného zařízení.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cíli práce.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
7. V rámci zpracování bakalářské práce proveďte úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty, popis konstrukčního řešení a výkresovou dokumentaci v celkovém rozsahu cca 1xA1.
8. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] FS_SME_05_003 verze: H *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*,
[2] ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů.* Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.
[3] PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení: skriptum.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.
[4] DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů.* Ostrava: Montanex, 2007. 225s. ISBN 80-7225-018-3.
[5] KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací: skriptum.* 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
[6] NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: skriptum 2. vyd .* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

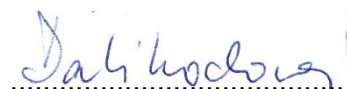


prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

20.5.2019 v Ostravě

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jana Hrabová', written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

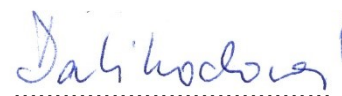
souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 20.5.2019



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Andrea DALIHODOVÁ

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Za Kolibou 172, Vratimov 73932

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

DALIHODOVÁ, A. *Návrh počítačového stolu do učebny*: bakalářská práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra Výrobních strojů a konstruování, 2019,stran. Vedoucí práce: Kubín, T.

Bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukce stolu pro výuku s využitím počítačových stanic v prostorách učeben Katedry výrobních strojů a konstruování. Cílem práce je navýšit kapacitu učeben, zvýšit komfort studentů a vyhovět potřebám výukových metod. Provedla jsem průzkum trhu pro zjištění možností a získání inspirace. Při navrhování řešení vznikl netradiční koncept pracoviště pro dva studenty s třetím monitorem. Návrh rozebírá zvolené konstrukční prvky, materiály a barevné kombinace. Následně jsou provedeny nezbytné ergonomické studie s řešením polohy monitorů a umístěním zásuvek a pevnostní výpočty. Konečný návrh splňuje veškeré dané cíle a nabízí vysokou variabilitu ve využití.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

DALIHODOVÁ, A. *Computer Table for Classroom*: Bachelor thesis. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty Of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2019, pages. Thesis head: Kubín, T.

This bachelor thesis solves the design of a computer table for IT classrooms of the Department of Production Machines and design. The main task of the design is to increase the capacity of the classrooms as well as student's comfort in compliance with the modern teaching methods. Market studies have been made to acknowledge current possibilities and to gain inspiration. During the process, an original two-student workspace concept has been designed with a third monitor. The work analyzes structural parts, materials and colour combination. Furthermore, required ergonomic studies have been made for monitors and sockets placement and also calculations. The final design solves initially abstracted goals and offers a high usage variability.

Obsah

Úvod	9
1 Seznámení s problematikou	9
1.1 Učebna Katedry před rekonstrukcí	9
2 Cíle práce.....	11
2.1 Disponibilní komponenty	12
3 Rešerše	13
3.1 Učebny.....	13
3.2 Průzkum trhu se stoly a stojany na monitory	14
4 Návrh vlastního řešení	17
4.1 Konceptuální řešení	17
4.2 Skici	18
4.3 Možné varianty konstrukčního řešení	20
5 Metodika řešení.....	23
5.1 Stůl	23
5.2 Ergonomie.....	23
5.3 Řešené prvky	25
Desky	25
Upevnění monitorů	27
Podstavec.....	28
Kabeláž.....	28
6 Pevnostní výpočty	29
6.1 MKP Analýza	29
6.2 Výpočet stability	32
7 Vizualizace.....	35
8 Závěr.....	36
9 Seznam použité literatury a zdrojů	38
10 Přílohy.....	39

Seznam použitých značek a symbolů

VŠB	Vysoká škola báňská	
HPL	Vysokotlaký laminát	
(Š x V x H)	Šířka x Výška x Hloubka	
k	bezpečnost proti prokluzu	[-]
f	součinitel smykového tření	[-]
f _z	součinitel tření pro metrický závit	[-]
F _p	provozní síla	[N]
h	vzdálenost síly od klopného bodu	[mm]
b	vzdálenost osy šroubu od klopného bodu	[mm]
P	rozteč	[mm]
d ₂ a d ₃	průměry závitu	[mm]
Re	jmenovitá mez kluzu	[-]
ψ	úhel stoupání	[°]
φ'	úhel tření v závitě	[°]
F ₀	předpětí ve šroubu	[N]
F _M	přídavná tahová síla	[N]
F _N	tahová síla	[N]
M _{tz}	třecí moment	[N * mm]
W _k	průřez	[mm ³]
τ	napětí v krutu	[MPa]
σ _T	tahové napětí	[MPa]
σ _{red}	redukované napětí	[MPa]
a	vzdálenost klopného bodu k těžišti	[mm]
c	vzdálenost od klopného bodu k zatěžující síle	[mm]
F _{MAX}	maximální síla	[N]
g	gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]
m	hmotnost stojanu	[kg]

Úvod

Neustálému vývoji a rostoucímu využití počítačových technologií se přizpůsobuje také výuka na školách. Vyučovací hodiny v počítačových učebnách se staly běžnou součástí studia. Proto je potřeba pro zvýšení efektivity práce a komfortu studentů pracoviště neustále zdokonalovat.

Na Vysoké škole báňské je počítačových učeben mnoho. Některé jsou nové či zrekonstruované, ale jiné rekonstrukce teprve čeká. Rekonstrukce se nyní dočká počítačová učebna Katedry výrobních strojů a konstruování, na které studuji.

V počítačových učebnách VŠB jsem během svého bakalářského studia strávila mnoho času. Musela jsem se naučit pracovat jak s pěti CAD systémy, tak i dalšími výpočetními matematickými softwary, a dokonce jsem získala základní informace o programování. Díky tomu znám učebny školy, obzvláště učebnu katedry, jako svoje boty. S nedostatky v učebnách jsem se tak potýkala neustále dokola a pokládala si otázky, jak by bylo možné tyto problémy odstranit a nejlépe jim předejít už při zařizování učeben. Když mne pak oslovil vedoucí mé bakalářské práce Kubín, T. ohledně spolupráce na rekonstrukci počítačové učebny Katedry výrobních strojů a konstruování, nabídku jsem přijala s ideou vytvoření počítačového pracoviště, kde by si nikdo nemusel pokládat stejné otázky jako já.

Při návrh stolu, o kterém pojednává tato bakalářská práce, jsem vyházela z vlastních zkušeností s výukou v počítačových učebnách školy. Proto jsem se při navrhování snažila předejít nedostatečnému místu na stole (např. na blok formátu A4), špatné viditelnosti na tabuli, nebo také špatné přístupnosti k stolnímu počítači a obzvláště tlačítku pro jeho spuštění. Díky tomu vznikl nový netradiční koncept řešení počítačového pracoviště pro studenty s využitím stojanu na připevnění počítačové periferie. Využitím stojanu jsem splnila veškeré požadavky práce, předešla problémům, které se nacházely v učebně před rekonstrukcí, a dodala návrhu velkou variabilitu pro využití i v jiných počítačových učebnách školy.

1 Seznámení s problematikou

Návrh pracoviště řeší nejen estetické nedostatky učebny, ale také potřebu navýšení její kapacity, zvýšení komfortu studenta a potřeby nových výukových metod.

1.1 Učebna Katedry před rekonstrukcí

Katedra výrobních strojů a konstruování disponovala učebnou s moderním technickým vybavením, které svými parametry splňuje nároky pro práci s CAD systémy jako jsou Inventor, AutoCAD, Catia, Rhinoceros, NX a další. I přestože učebna disponovala

moderním technickým vybavením, nábytek byl velmi zastaralý. Vestavěné skříně spolu se stoly, které byly dimenzovány na počítačové sestavy s monitory CRT, zabíraly zbytečně mnoho prostoru. Kapacita učebny byla pouhých 13 míst včetně pedagoga. Výuka musela být rozdělena do menších skupin, nebo v případě velkého zájmu byli studenti nuceni donést si vlastní notebooky.

Počítačová pracoviště v učebně měly kompletní počítačovou sestavu i s periferiemi nevhodně umístěnou na desce stolu. Došlo k omezení pracovní plochy stolu, kvůli kterému neměli studenti dostatek prostoru na využití poznámkových bloků o rozměrech A4 nebo vlastní techniky (notebooků). Umístěním všech počítačových komponentů na stůl se současně vytvořila pomyslná hradba mezi vyučujícím a studenty. Kontakt se studenty také omezovalo natočení pracovního místa pedagoga čelem k projektoru. Z těchto důvodů byl pedagog nucen se neustále otáčet během výkladu, nebo se dokonce opakovaně zvedat, aby mohl navázat oční kontakt se studenty. Ten napomáhá jak srozumitelnosti výkladu, tak i z výrazu tváře studentů je pedagog schopen přizpůsobit tempo výuky, popřípadě odhalit problém, dříve, než to student oznámí. Proto nebyla výuka plynulá a neustále byla přerušována.



Obrázek 1.1 – Učebna Katedry výrobních strojů a konstruování 2018[1]

Stejně jako jiné učebny VŠB i tato využívala promítací plátno a projektor. Na kvalitu promítaného obrazu mají značný negativní vliv světelné podmínky. To lze kompenzovat pořízením kvalitních projektorů, které jsou však velmi nákladné. Současné projektory využívané v učebnách VŠB jsou velmi náchylné na množství světla v místnosti. Při dostatečném zatmění učebny pro správnou funkci projektoru jsou zase podmínky nevhodné pro psaní poznámek do bloků a naopak.

Efektivitě práce neprospívá ani nutnost studenta při práci neustále přestřehovat z blízkého obrazu monitoru na vzdálený promítaný obraz. Při každém přestřehnutí se student musí opět zorientovat v ploše, na kterou se zrovna dívá. Není schopen udržet tempo s pedagogem a snadno se ztratí. Výuka je pak přerušena a vyučující sem musí vracet několik kroků zpět. také je neustálé přestřehování velmi náročné na oči.

Negativním faktorem na využití projektoru jsou také rozměry učebny. S rostoucí vzdáleností od plátna je obraz velmi špatně viditelný. Učebna Katedry výrobních strojů a konstruování má na délku necelých devět metrů. Ze zadních řad je tak obraz téměř nečitelný. Pro ukázkou zhoršení kvality obrazu s rostoucí vzdáleností využiji fotografii Celoškolské pracovny grafických a výpočetních stanic, kde je také využíván projektor a plátno.



Obrázek 1.2 – Celoškolská pracovna A1032 [2]



Obrázek 1.3 – Celoškolská pracovna A1032 [3]

2 Cíle práce

Cílem práce je navržení pracoviště, které by mělo splňovat tyto požadavky:

- Navýšit kapacitu učebny na 16 míst včetně pedagoga
- Zvýšit komfort studenta při práci
- Vyhovět potřebám výukových metod (využití CAD systémů, kontakt mezi pedagogem a studenty)
- Dodržet ergonomické požadavky
- Dbát na bezpečnost ve školní učebně
- Využít komponenty, kterými již katedra disponuje

Požadavky jsou dány specifiky učebny a definuje je Katedra výrobních strojů a konstruování. Tím se de facto stávají součástí zadání.

2.1 Disponibilní komponenty

Pracoviště musí být uzpůsobeno k využití původního vybavení učebny a nově objednaných prvků. Proto je důležité navrhnout pracoviště s ohledem na rozměry následujících komponent:

Monitory

- Dell P2414Hb
- O rozměrech 566 x 335 x 47 mm (Š x V x H)
- Rozteč uchycení ve standardu Vesa 100x100 mm

Stolní počítač

- o minimálních rozměrech 20 x 48 x 43 mm (V x Š x H)



Obrázek 1.4 – monitor Dell [4]

•

Židle

- konferenční židle Taurus
- výška sezení 46,5 cm

Pro zrekonstruovanou učebnu byly zvoleny konferenční židle, protože se kolečkové židle v původní počítačové neosvědčily.

Cenově dostupné kolečkové židle jsou náchylnější na poruchy, kvůli častému upravování výšky. Kolečka mohou poškodit podlahové krytiny. Důležitá je také pořizovací cena, která je u konferenčních židlí Taurus vždy nižší.



Obrázek 1.5 – Židle Taurus [5]

3 Rešerše

V kapitole zpracovávám informace o současném stavu dalších počítačových učeben. Vysoké školy báňské se zaměřením na pracoviště studenta. Rešerši jsem také provedla v oblasti nabídky trhu se stoly a držáky na monitor, které potencionálně řeší danou problematiku.

3.1 Učebny

Celoškolská pracovna grafických a výpočetních stanic

Učebna A1032 byla rekonstruována v roce 2012. Kromě nového hardwarového vybavení podporujícího náročné CAD/CAM a FEM systémy byly v učebně instalovány také nové stoly. Zúžení desky stolu umožnilo přidat další řadu míst na sezení a navýšit tak kapacitu učebny. Nevýhodou je však malý pracovní prostor desky stolu, kde se vejdou pouze příslušné periferie počítače (monitor, klávesnice, myš) a již není možné využít poznámkový blok nebo osobní notebook. Všechny stoly jsou přisunuty ke stěně a prostor mezi nimi je úzký. Pedagog se nedostane ke studentům, kteří nesedí přímo u uličky. Jednoduchá konstrukce stolů, která opticky otevřela prostor v učebně, byla doplněna o panel pro vedení kabeláže a uchycení elektrických zásuvek. Každé pracoviště obsahuje pouze dvě zásuvky, které jsou využity pro zapojení počítačů a monitorů. Studenti nemají možnost využít zásuvky na vlastní notebooky.



Obrázek 3.2 – Celoškolská pracovna před rekonstrukcí [6]



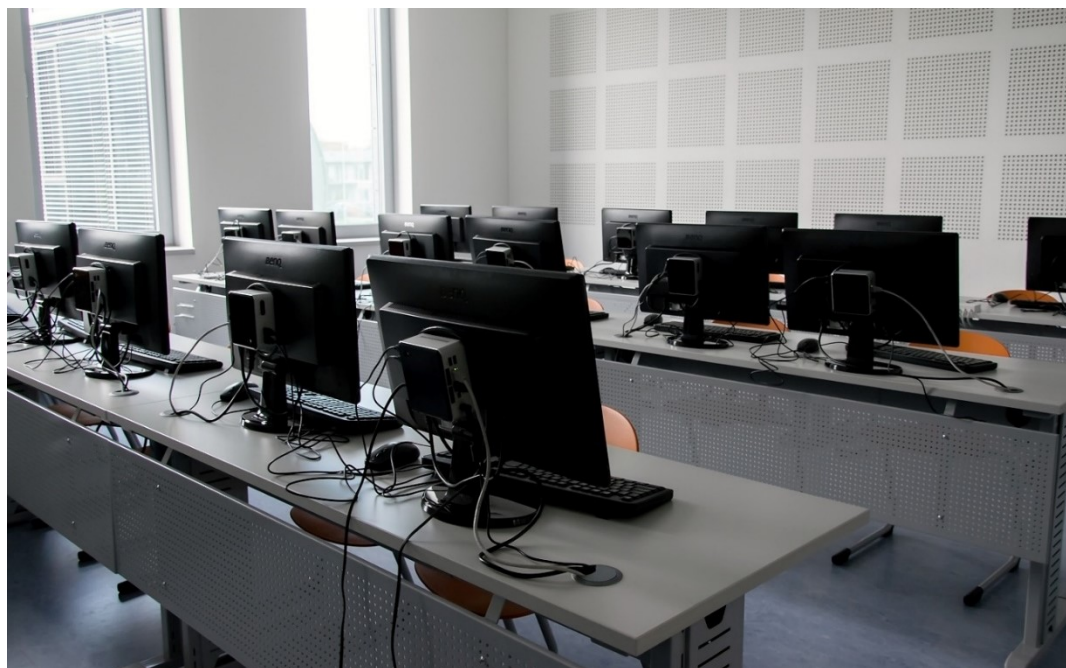
Obrázek 3.1 – Celoškolská učebna po rekonstrukci [2]

Laboratoř číslicové techniky

Laboratoř se nachází v nové budově Fakulty elektrotechniky a informatiky. V učebně jsou využity mini počítače, které jsou dostatečné pro provoz méně náročných úkonů. Počítače jsou díky malým rozměrům upevněny na monitorech. Výhodou tak může být snadná manipulace s celým pracovištěm. Nevýhodou je množství kabelů, které musí být

vyvedeno nad desku stolu. Vhodnějším umístěním je například připevnění počítače pod desku stolu. Eliminuje se množství kabelů, které nepůsobí esteticky, a počítače svou velikostí nenarušují ergonomii pracoviště studenta.

Učebna je řešena ve velmi minimalistickém stylu. Ozvláštněním je opakuje se vzor děrovaných plechů na zadní straně učebny. Nápaditá je také zvolená kombinace barev, kdy je neutrální šedé prostředí doplněno o jasně oranžové židle.



Obrázek 3.3 – Laboratoř číslicové techniky [7]

3.2 Průzkum trhu se stoly a stojany na monitory

yuno

„Inovativní skládací stůl yuno od firmy Wiesner-Hager zaslouženě získal mezinárodně uznávané ocenění Red Dot Award 2017“. [8] Minimalistický design v kombinaci s inovativní funkcí tvoří ideální stůl do kanceláří, konferenčních místností, a také do škol. Jednotlivé stoly není při skladování potřeba skládat díky konstrukci umožňující stohování stolů na sebe. Nohy na jedné straně jsou vybaveny malými kolečky. Na manipulaci se stolem je tak potřeba pouze jedna osoba.



Obrázek 3.4 – Stůl Yuno [8]

MandalakiTable

Ve studiu Mandalaki vytvořili stůl, kde veškeré potřebné rozvody elektrické energie zakomponovali do jedné nohy stolu. Neobvyklým tvarovým řešením nohy stolu byli schopni přivést elektřinu z vývodu v podlaze až na pracovní desku stolu. Na míru vytvořené zásuvky působí velmi minimalistickým dojmem a nerozbíjejí tak linii konstrukce.



Obrázek 3.5 – MandalakiTable [9]



Obrázek 2.6 – Noha stolu MandalakiTable [9]

Novus my

Německé designové studio HURSE přišlo s netradiční konstrukcí držáku na monitor. Novus my se od ostatních držáků na monitor liší bočním uchycením k nosné tyči a využitím dvou tenkých profilů. Tenké linie dodávají držáku elegantní vzhled. Minimalistické provedení se hodí do každého prostředí. Tento držák na monitor mne inspiroval při navrhování mého finálního konceptu.



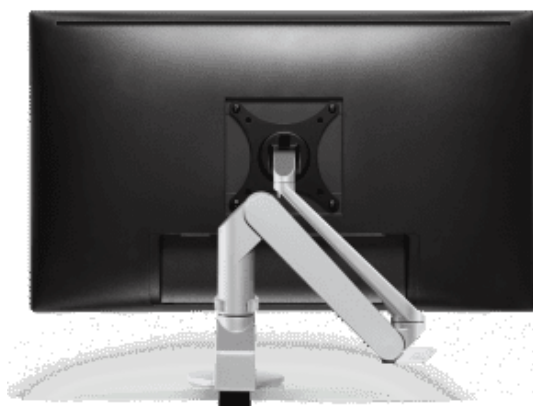
Obrázek 3.7 – Novus my [10]

Evo[®]

Designové studio s příznačným jménem Innovative se zabývá navrhováním prvků pro zlepšení ergonomie pracoviště u počítače. Mezi jejich počiny patří i držák na monitor Evo[®]. Kombinace kloubů poskytuje snadné a plynulé polohování monitoru. Hladký bílý vzhled je snadno kombinovatelný s interiérem.



Obrázek 3.8 Evo [11]



Obrázek 3.9 – Složený držák Evo [11]

4 Návrh vlastního řešení

Jako první jsem řešila problematiku práce koncepčně, až poté jsem přešla k samotnému navrhování pracoviště.

4.1 Konceptuální řešení

Prvním zmiňovaným problémem bylo umístění počítačových komponentů na desce stolu. Upevněním monitorů na držáky připevněné k hraně stolu uvolním plochu na pracovní desce. Získaný prostor umožňuje zúžit desky stolů na pouhých 600 mm a stále zde bude dostatek prostoru jak pro klávesnice stolních počítačů, tak i pro poznámkový blok nebo notebook studenta.

Stolní počítače umístím mimo pracovní plochu stolu. Opět získám větší pracovní plochu, se kterou mohu při svých návrzích pracovat, a odstraním „hradbu“ mezi studentem a vyučujícím.

Dalším zmíněným problémem bylo využití projektoru v učebně. Zde jsem projektor s plátnem nahradila třetím monitorem umístěným mezi dvěma studenty. Na středovém monitoru je zobrazován obraz, který byl původně promítán na plátno. Tím se zvýšila kvalita obrazu a promítaná látka se přesunula do stejné pracovní roviny, kde se již nachází monitor využívaný studentem. Využití třetího monitoru již bylo vyzkoušeno v akademickém roce 2018/2019 v provizorní učebně Katedry výrobních strojů a konstruování (viz obr. 3.1), kde bylo přesunuto vybavení z původních učeben z důvodu stavební rekonstrukce.

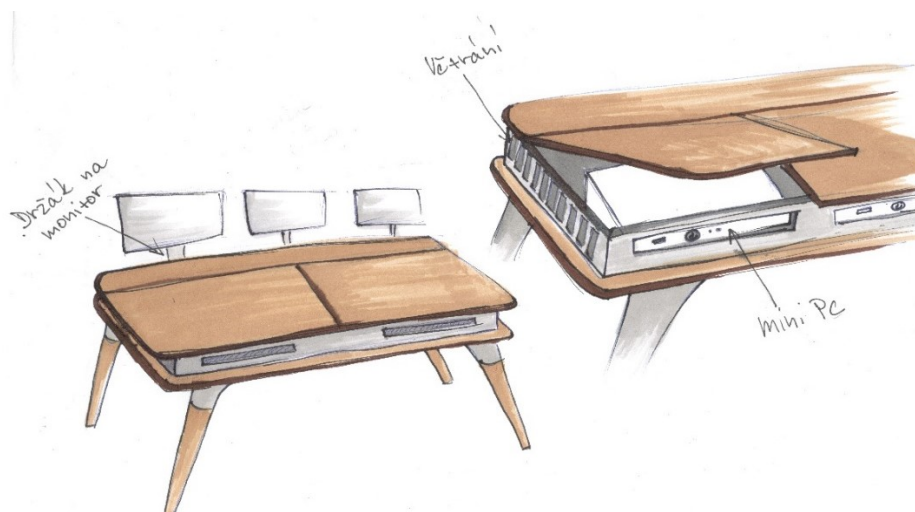


Obrázek 4.1 – Pracoviště se třemi monitory

4.2 Skici

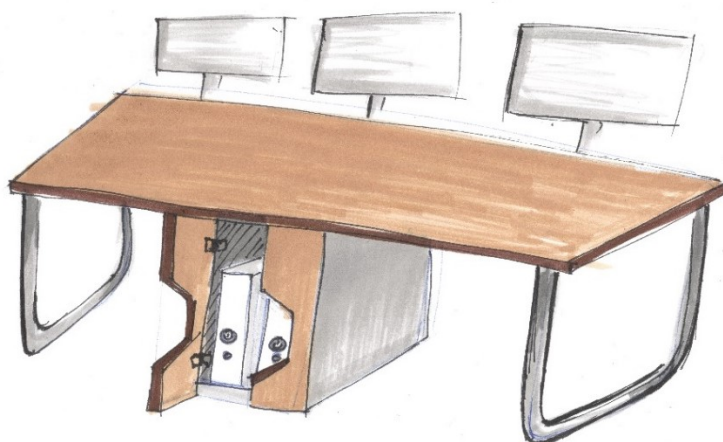
V počátku jsem se snažila všechnu elektroniku skrýt v konstrukci stolu. Chtěla jsem, aby učebna nebyla zatížena velkým množstvím elektroniky a působila vzdušně.

Vytvořila jsem návrh stolu inspirovaný skandinávským designem, který má počítačové skříně umístěné v desce stolu. U tohoto návrhu je však potřeba využít mini počítačové skříně, které nejsou vhodné pro práci s grafickými softwary.



Obrázek 4.2 – Skica 1. návrhu

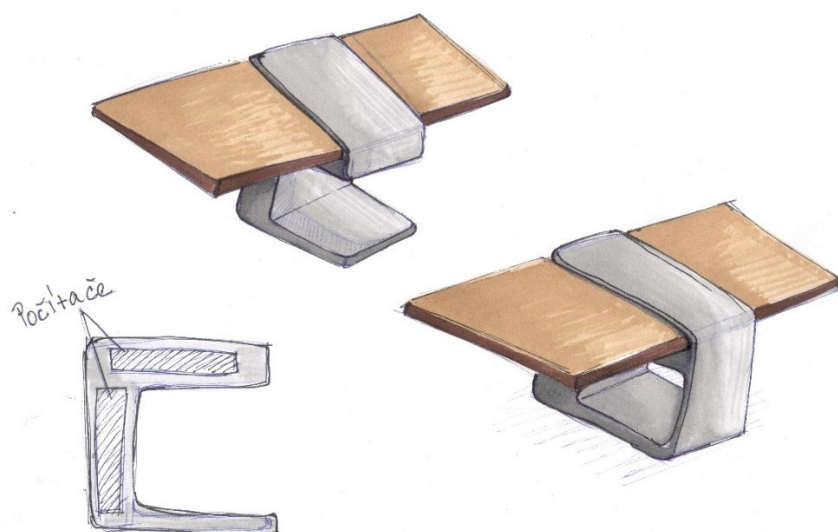
Aby bylo možné využít počítačové skříně, přidala jsem středový díl. Tento návrh však nebyl esteticky zajímavý a působil velmi mohutně.



Obrázek 4.3 - Skica 2. návrhu

Středový díl mi doplnil celou konstrukci o další nosný bod. Pro odlehčení konstrukce jsem odebrala boční nohy stolu a vytvořila středovou nohu, která je hlavním prvkem tohoto návrhu. Aby neobvyklá konstrukce vynikla, je deska stolu rozdělena a upevněna

po stranách. Toto konstrukční řešení má vzbuzovat dojem, jako by se celá pracovní plocha vznášela. Výroba takovéto konstrukce by však byla velmi složitá.

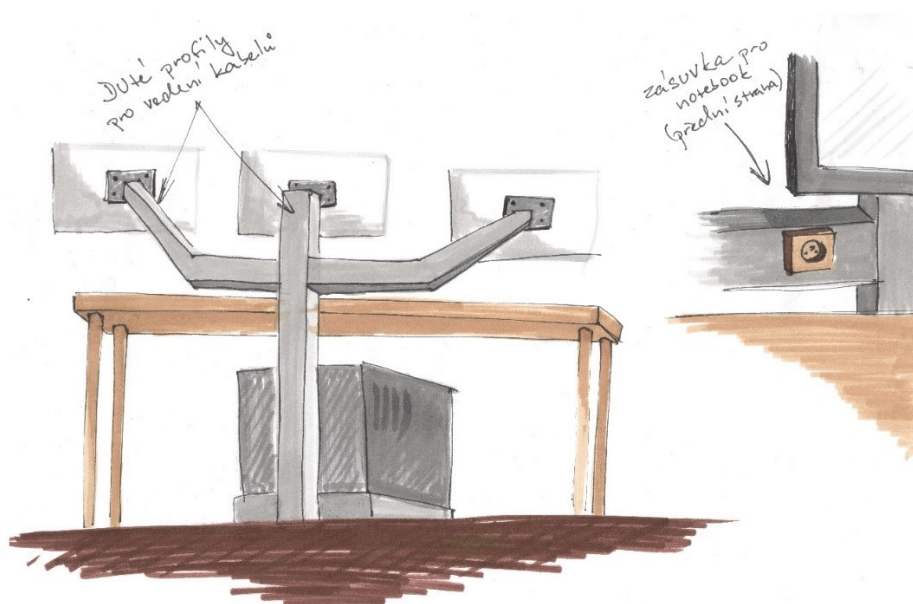


Obrázek 4.4 - Skica 3. návrhu

Vybraný koncept

U závěrečného konceptu jsem došla k neobvyklému řešení. Zaměřila jsem se na myšlenku středového nosného dílu z předchozího návrhu.

Středový nosní díl jsem oddělila od stolu a upevnila na něj veškerou elektroniku včetně monitorů. Vzniklý stojan je díky tomu kombinovatelný s různými stoly a snadno se přizpůsobí vzhledu učebny. Počítačové skříně nejsou nadále součástí nosné konstrukce, což odlehčilo celý koncept. Do návrhu jsou přidány dvě elektrické zásuvky, které slouží pro použití osobních elektronických zařízení jako je například notebook, tablet či telefon.

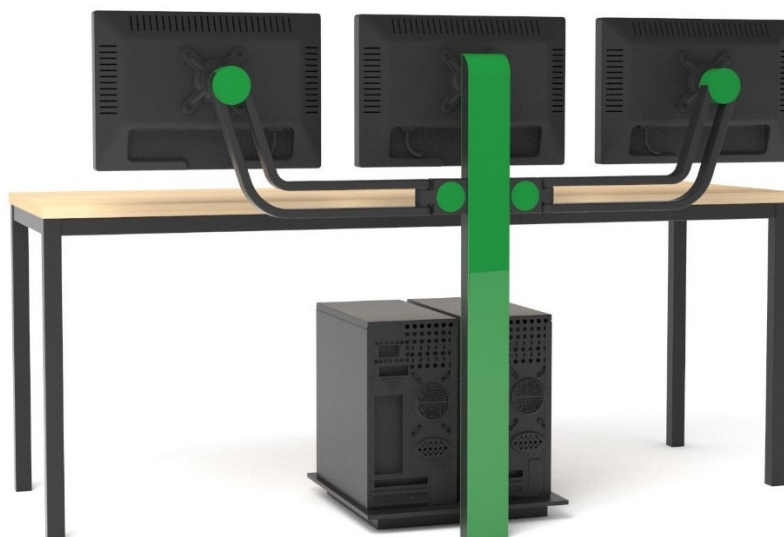


Obrázek 4.5 - Skica finálního návrhu

4.3 Možné varianty konstrukčního řešení

První varianta

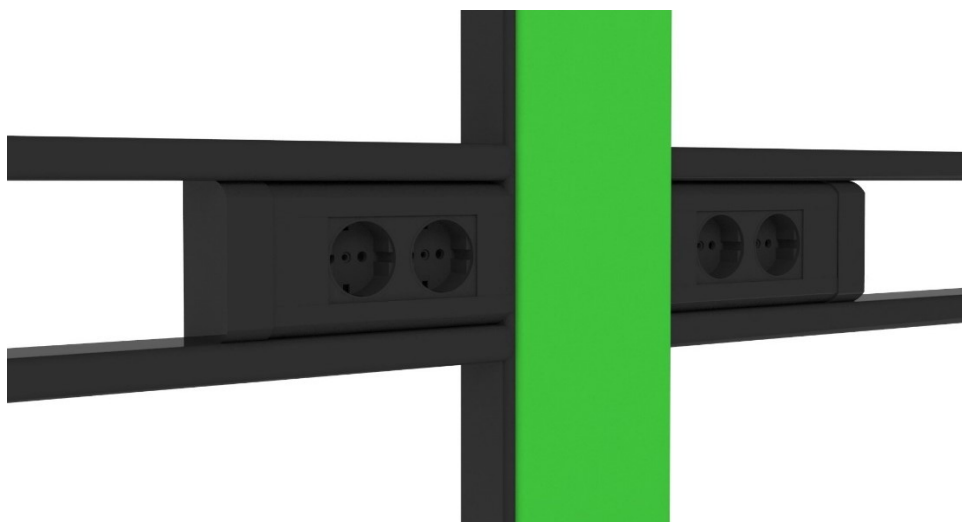
Hlavním prvek v tomto návrhu je uchycení ramen na kloubech. Otočný kloub umožňuje složení monitorů k sobě a využívání učebny k běžné výuce. Konstrukce ramen je tvořena dvěma ohýbanými profily menších rozměrů. Otevřený prostor v konstrukci ramen dodává celkovému vzhledu lehkost.



Obrázek 4.6 – První konstrukční řešení

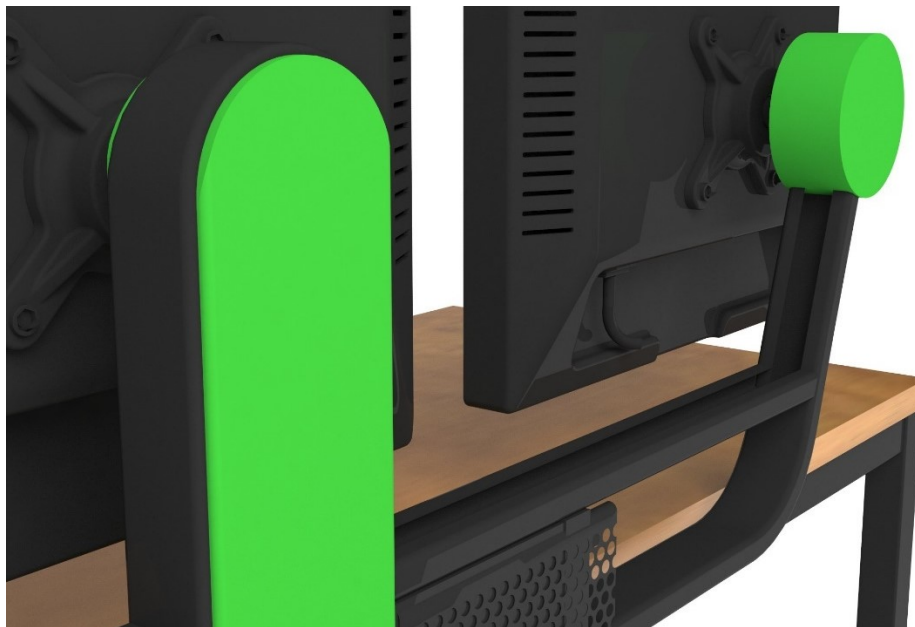
Druhá varianta

Při absenci kloubového spoje na rameni není potřeba vytáčet ramena v prostoru mezi deskou stolu a středovým monitorem. To umožnilo rozšířit konstrukci a do vzniklého prostoru lištové zásuvky místo běžných elektrických zásuvek. Výhodou těchto zásuvek je minimalistický vzhled a jednoduchá instalace.



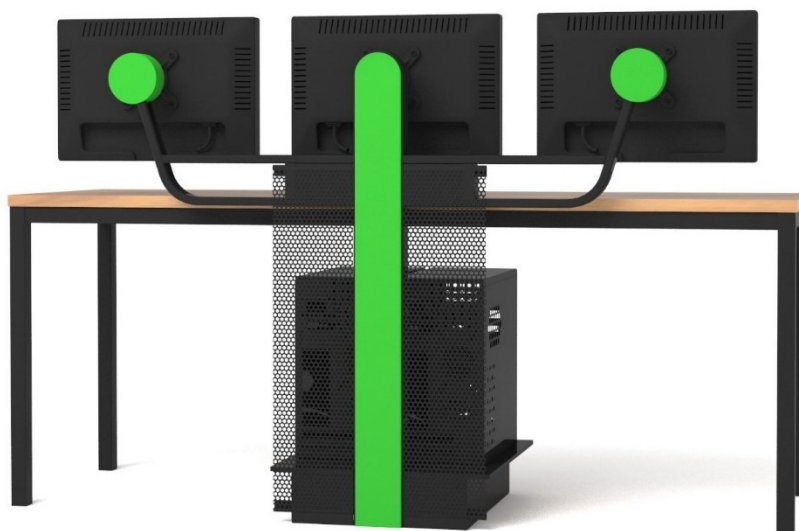
Obrázek 4.7 – Lištové zásuvky

Upraveny byly také profily ramen. Namísto dvou zahnutých uzavřených profilů po celé délce je využitý pouze jeden. Druhý byl nahrazený profilem C, který je zkrácen a napojen na uzavřený profil. Konstrukce ramen se tak zjednoduší a předchází případnému kroucení, které by mohlo vzniknout při ohybu otevřeného profilu. Otevřený profil vytváří drážku pro snadné vedení kabeláže.



Obrázek 4.8 – konstrukční řešení ramen druhé varianty

Děrovaný plech umístěný pod zásuvkami slouží k zakrytí počítačových skříní a kabeláže, ale také jako designový prvek.



Obrázek 4.9 - Druhé konstrukční řešení

Konečná varianta

Poslední návrh má na rozdíl od předchozích zakrytou konstrukci ramen. Eliminovala jsem tak nutnost ohýbání profilů a vytvořila další prostor pro vedení elektrické kabeláže a umístění zásuvek. Vrátila jsem se k využití jedné elektrické zásuvky. Klasická zásuvka není prostorově tak náročná jako zásuvky lištové, a také je na trhu dostupná širší škála běžných zásuvek. Vlivem využití zásuvky však bylo potřeba lehce upravit základní nosnou konstrukci. Ramena nadále nejsou připojena k prostřednímu sloupu a vychází již z podstavce. Ponechala jsem děrovaný plech z předchozího návrhu a vyplnila ním prostor mezi dvěma profily. Tento prvek se opakuje také na podstavci a vzhledově jej propojuje se stojanem. Ocelová konstrukce je z předního a zadního pohledu překryta deskami. Desky utvářejí celkový zaoblený tvar stojanu, a také slouží pro krytí kabeláže. Z ostatních pohledů je nosná konstrukce přiznaná.



Obrázek 4.10 Konečná varianta konstrukčního řešení s bočním pohledem



Obrázek 4.11 – Konečná varianta stojanu s vybavením

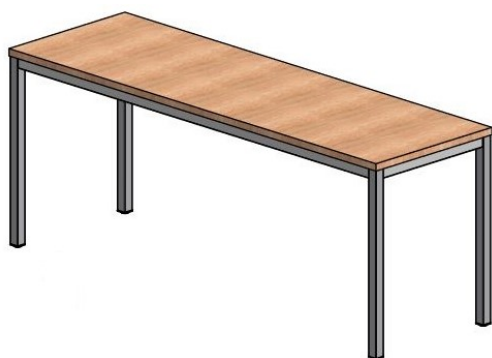
5 Metodika řešení

V této kapitole popíši podrobněji vývoj navrhování pracoviště pro studenta v učebně Katedry výrobních strojů a konstruování. Zaměřím se na problémy, které bylo potřeba během navrhování vyřešit.

5.1 Stůl

Stůl není součástí stojanu, ale pro plné využití stojanu a dodržení ergonomie je potřeba volit stůl s minimální šířkou 1900 mm a hloubkou 600 mm. Ideální výška stolu je 760 mm. Pro svůj návrh jsem zvolila tvarově jednoduchý stůl zhotovený firmou ZK Design a. s. Jednoduchý design stolu nenaruší interiér učebny a umožní vyniknout stojanu. Konstrukce stolu bude v černé barvě, které koresponduje se zvolenou barevnou kombinací stolu.

Výhodou tohoto koncepčního řešení je velká variabilita. Je možné zvolit stůl podle vzhledu zařizované učebny, popřípadě využít stávající stoly. Volba není omezena ani barvou stojanu díky široké nabídce HPL desek. Nevýhodou může být nutnost dodržení minimálních a maximálních rozměrů stolu.



Obrázek 5.1 – Návrh stolu



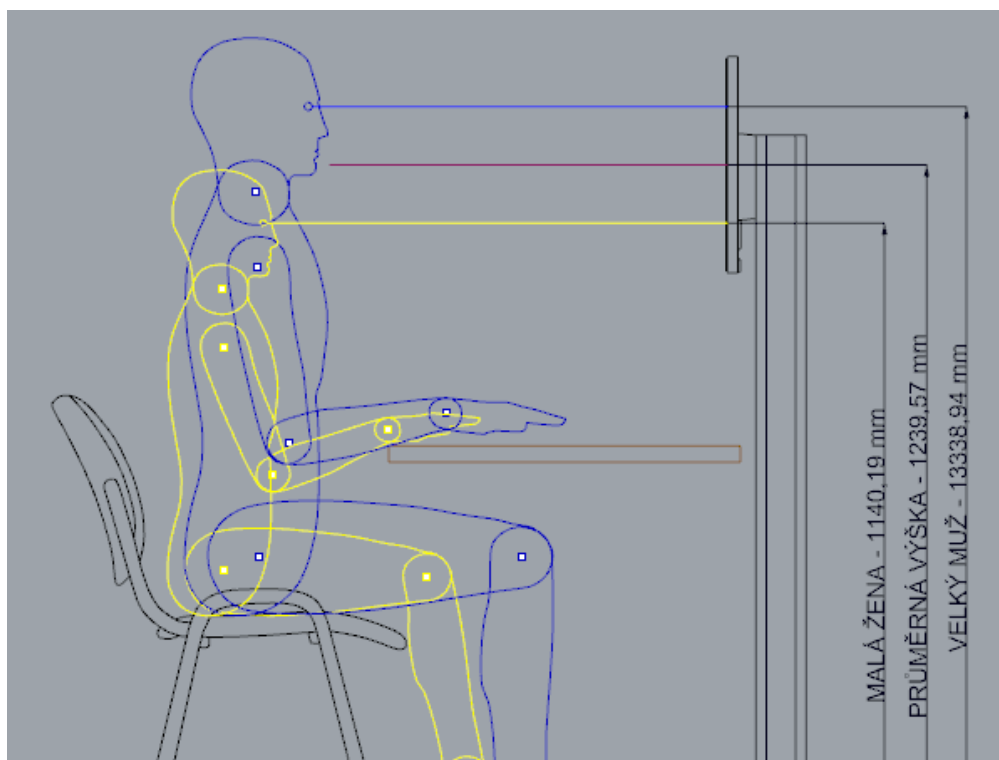
Obrázek 5.2 – Vizualizace stolu

5.2 Ergonomie

U navrhování pracoviště je potřeba zaměřit se na ergonomická pravidla, která stanoví rozměry jednotlivých prvků. Snažila jsem se přizpůsobit pracoviště tak, aby vyhovovalo většině populace a brala jsem v úvahu i mezní rozměry. Vycházela jsem z hodnot studie Henryho Dreyfusse [12]. V ergonomických studiích jsem použila monitor a židli dle zadání.

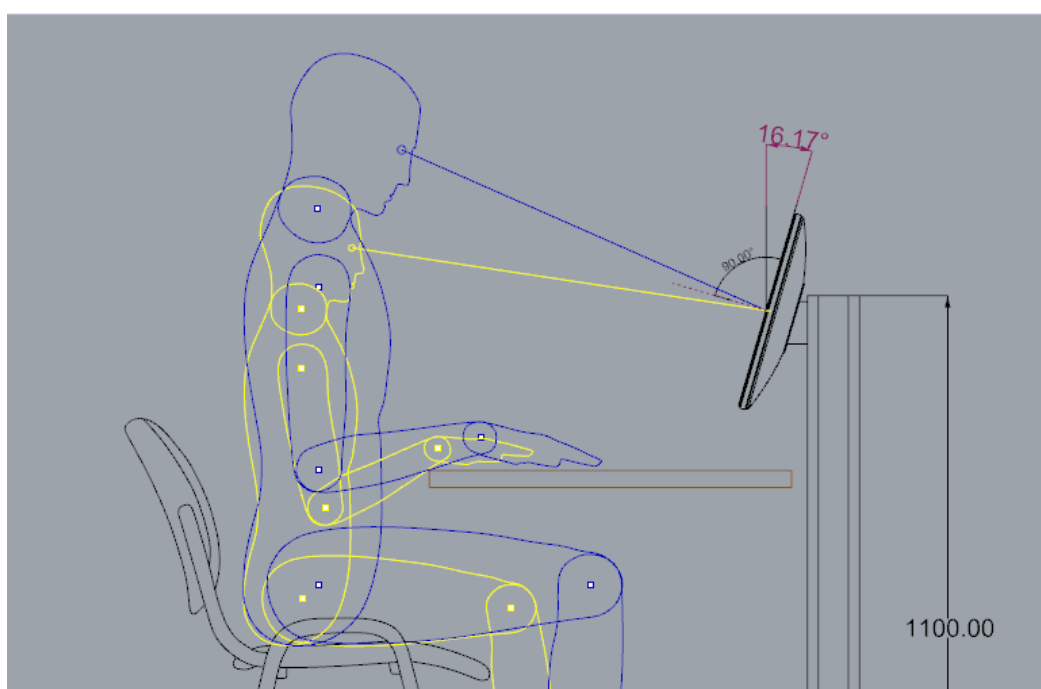
Ergonomické studie

Vyobrazené postavy znázorňují mezní rozměry, a to malou ženu (žlutá postava) s výškou 1450 mm a velkého muže (modrá postava) s výškou 1880 mm. Průměrná výška očí, která ve studii vyšla s hodnotou 1239,6 mm, by tak měla vyhovovat většině populace.



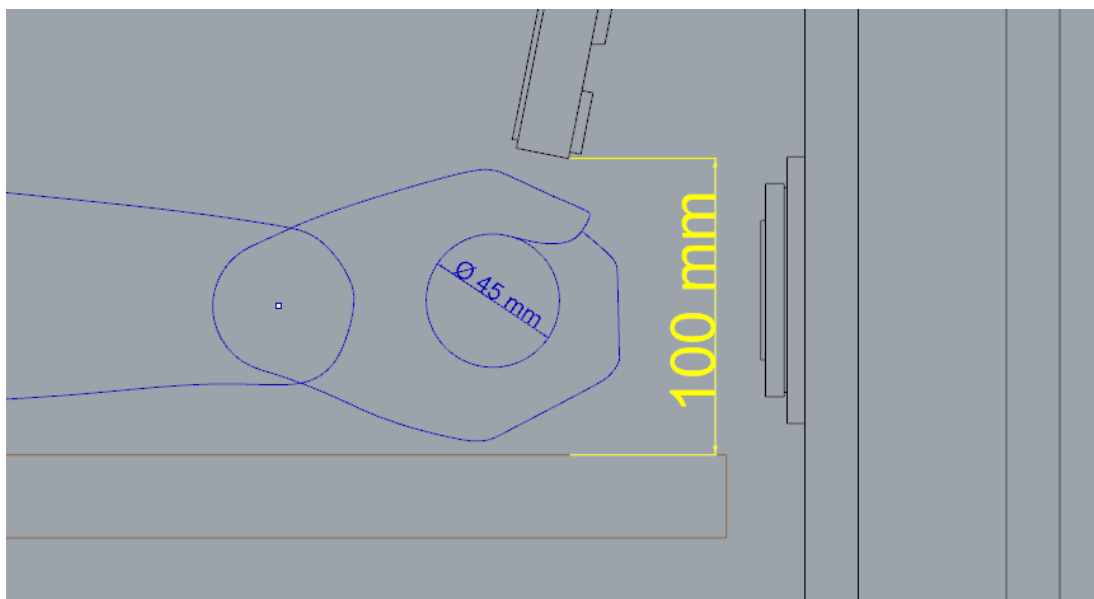
Obrázek 5.3 – Ergonomická studie pracoviště u počítače

Jelikož bude navrhované pracoviště využíváno ve školní učebně, rozhodla jsem se snížit monitor. Důvodem je zlepšení viditelnosti na tabuli pro studenty a také zajištění kontaktu s vyučujícím. Studenti nebudou běžně využívat pracoviště déle než dvě hodiny za týden, díky tomu si můžu dovolit tento ústupek. Monitor jsem po snížení opět upravila podle ergonomických pravidel viz obr. 5.4.



Obrázek 5.4 – Ergonomická studie se snížením monitoru

Součástí stojanu jsou také elektrické zásuvky, proto je minimální výška spodní hrany monitoru 100 mm od desky stolu. Tato vzdálenost zajišťuje přístup k zásuvce všem studentům, neboť jsem ve studii využila pět horního mezního rozměru.



Obrázek 5.5 – Ergonomická studie dosažitelnosti zásuvky

5.3 Řešené prvky

Desky

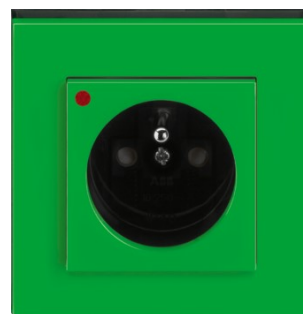
Zaoblený tvar desek, které představují hlavní designový prvek konstrukce, je inspirován organickými tvary, konkrétně kaktusy.



Obrázek 5.6 – Kaktusy [13]

Barevná kombinace

Inspirace kaktusem mne také vedla k zvolení zelené barvy, která je obsažena i v logu Katedry výrobních strojů a konstruování. Zbytek konstrukce je v černé barvě, která potlačuje prvky do pozadí a dává tak vyniknout zeleným deskám. Do stejné barevné kombinace jsem ladila také zásuvky. Zvolila jsem zásuvku Levit firmy ABB, které je dostupná ve velké škále barev. Pro stůj stojan jsem vybrala kombinaci zelená s kouřově černou.



Obrázek 5.7 zásuvka Levit [14]



Obrázek 5.8 – Barevná kombinace stojanu

Materiál

Při výběru materiálu na desky jsem hledala takový materiál, který by měl vysokou pevnost i při menších tloušťkách, oděruvzdornost, garantovanou rozměrovou stálost a stálobarevnost. Všechny tyto požadavky splňuje vysokotlaký dekorační laminát. Další výhodou tohoto materiálu je také nespočetné množství variant barev, vzorů i povrchů.

Upevnění monitorů

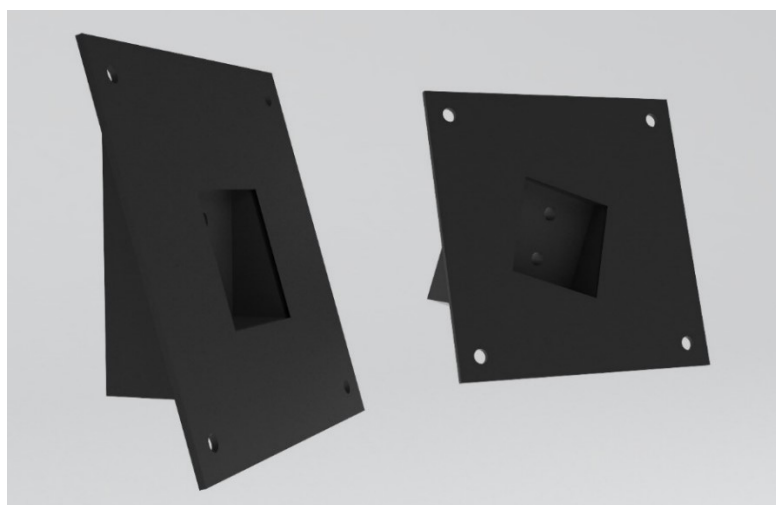
U prvních návrhů jsem zvažovala využití kloubových držáků na monitor pro zajištění vyššího komfortu studentů. V průběhu zkušebního provozu učebny Katedry výrobních strojů a konstruování jsem se rozhodla od této možnosti ustoupit a monitory uchytit pevně. Každý student si během výuky natáčel a přesouval monitory do jiné polohy. Učebna působila chaoticky a byla nepřehledná, což se negativně projevilo na estetice.



Obrázek 5.9 – Stav učebny po vyučování

Držák na monitor

Bylo potřeba navrhnout držáky pro monitory na míru mým požadavkům. Držáky jsem navrhla tak, aby byla zajištěna správná ergonomie a zároveň korespondovaly s tvarem konstrukce. Jelikož Vysoká škola báňská disponuje 3D tiskárnami, rozhodla jsem se využít metodu 3D tisku u tvorby těchto dílů. Díky 3D tisku je možné před tiskem upravit rozměry držáků pro jakékoliv rozteče monitorů. Výhodou 3D tisku je snadné zhotovení výrobku, ale také nízká cena (přibližně 2 Kč za gram materiálu).



Obrázek 5.10 – Vizualizace držáku na monitor

Podstavec

V učebnách Vysoké školy báňské jsou rozvody elektřiny řešeny podlahovými kanály. Navrhla jsem proto podstavec, který umožní zakrytí vývodů v podlaze a snadný přístup ke kabelům. Konstrukce z ocelových profilů o výšce 80 mm poskytuje dostatečný prostor pro uložení prodlužovacího přívodu zásuvek. Krycí deska podstavce je volně položena na konstrukci. Případnému sklouznutí desky zabraňuje vnitřní rámeček.

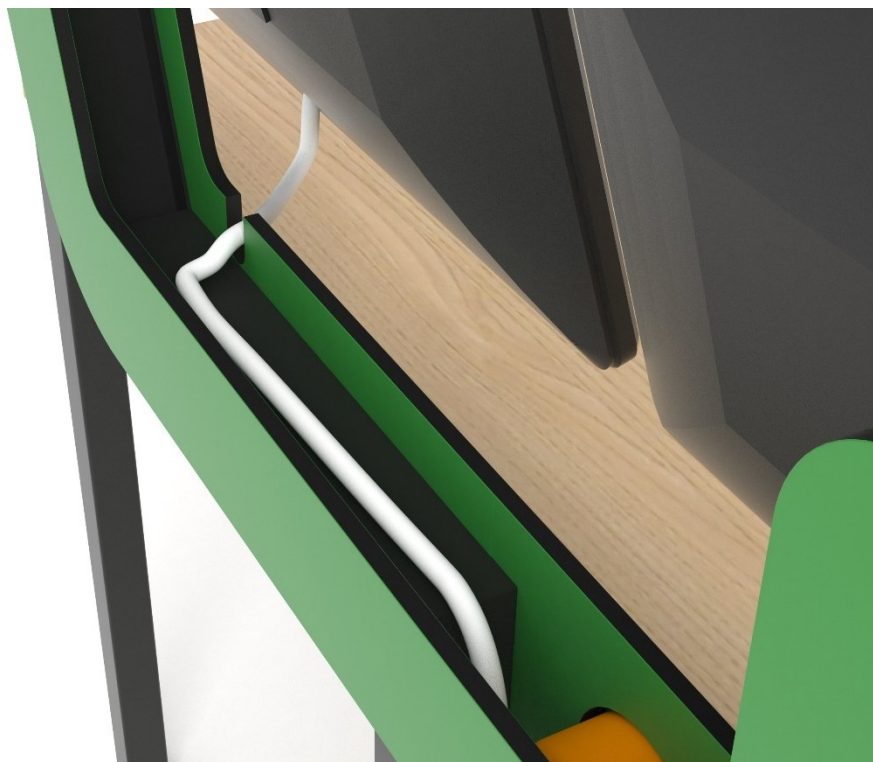
Kvůli náročnosti CAD systémů jsou v učebně využívány počítačové věže, které nabízí dostatek prostoru pro výkonnější vnitřní hardware. Na podstavec lze umístit dva počítače o maximálních rozměrech (V x Š x H) 600 x 235 x 550 mm. Požadavek na rozměr je dostačující pro využití většiny počítačových věží na současném trhu.



Obrázek 5.11 – Stojan s využitím počítačových věží

Kabeláž

Konstrukci stojanu jsem navrhla tak, aby bylo umožněno snadné vedení elektrické kabeláže. Hlavním prvkem pro vedení kabeláže jsou HPL desky. Kabely je možné volně položit mezi desky na ocelový profil a následně vyvést kabel přes drážku v desce k monitoru. Dalším prvkem je děrovaný plech umístěný na zadní straně stojanu. Ten zakrývá zadní stranu stolních počítačů a veškerou kabeláž, která je do nich zapojena.

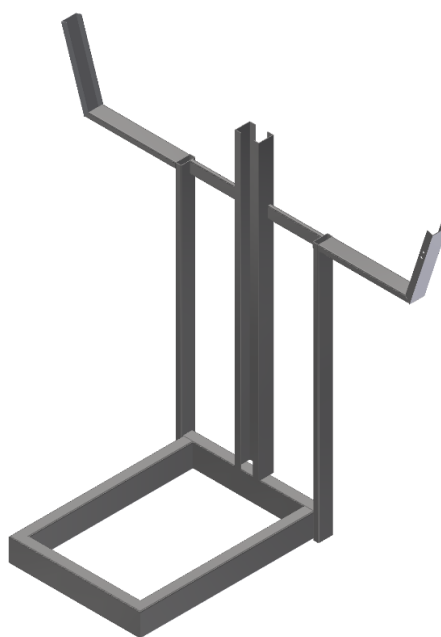


Obrázek 5.12 – Drážky v deskách určené pro protahování kabeláže

6 Pevnostní výpočty

6.1 MKP Analýza

V MKP Analýze budu řešit zatížení na rámovou konstrukci stojanu. Pevnostní analýza MKP byla vytvořena v programu Autodesk Inventor Professional za pomoci nástroje „rámové konstrukce“.

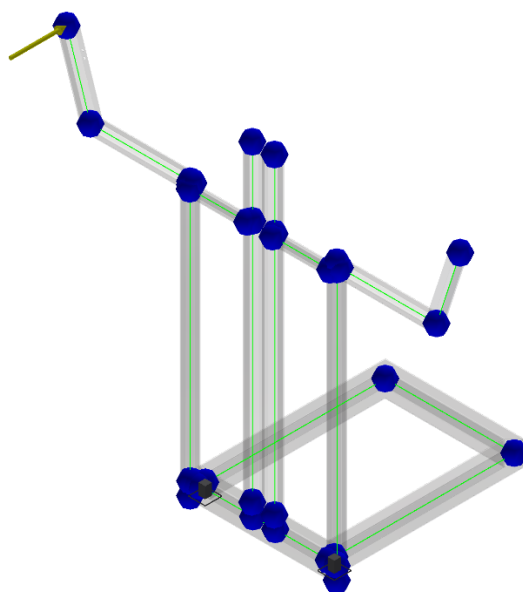


Obrázek 6.1 – řešená konstrukce

Zvolení zatížení

Na konstrukci nebudou běžně působit větší vnější síly. Problémem by mohlo být, pokud by nějaká osoba o konstrukci zavadila. Proto bych chtěla ověřit tuhost konstrukce v případě zatížení o velikosti 300 N působící na jedno rameno.

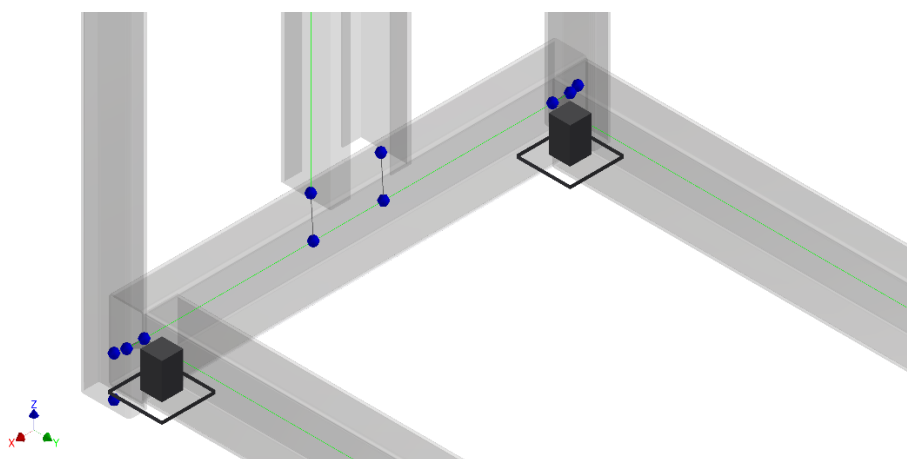
Zatěžující sílu jsem zvolila na konci ramene, kde zatížení způsobí největší odchylky. Také to je nejpravděpodobněji výška, kde by mohlo dojít k nárazu, neboť se nachází v úrovni paží. Směr síly jsem volila kolmo ke konstrukci, neboť v tomto směru dojde k největší zátěži.



Obrázek 6.2 – síla F

Vazby a propojení

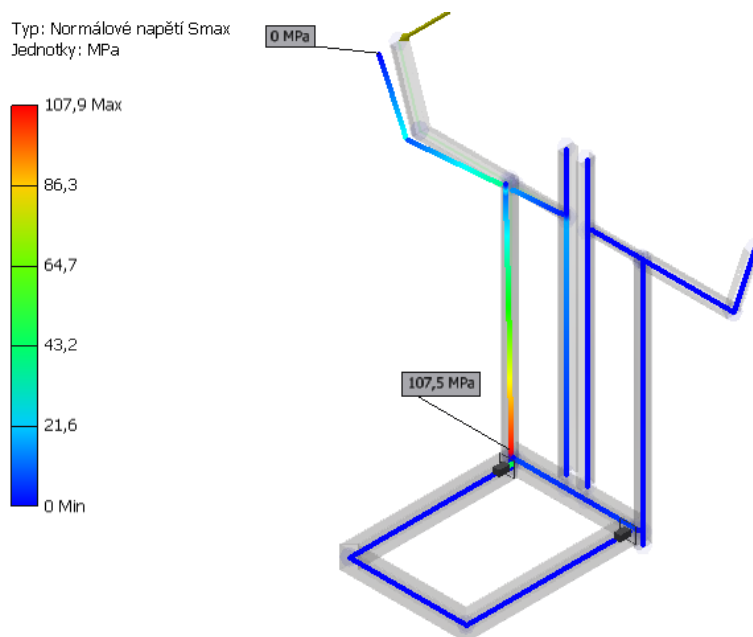
Jelikož se jedná o svařovanou konstrukci, ponechala jsem mezi všemi nosníky pevné propojení. Vazby jsem využila dvě, a to vazby pevné. Obě jsou umístěny v protilehlých rozích podstavy, kde bude celá konstrukce připevněna šrouby k podlaze.



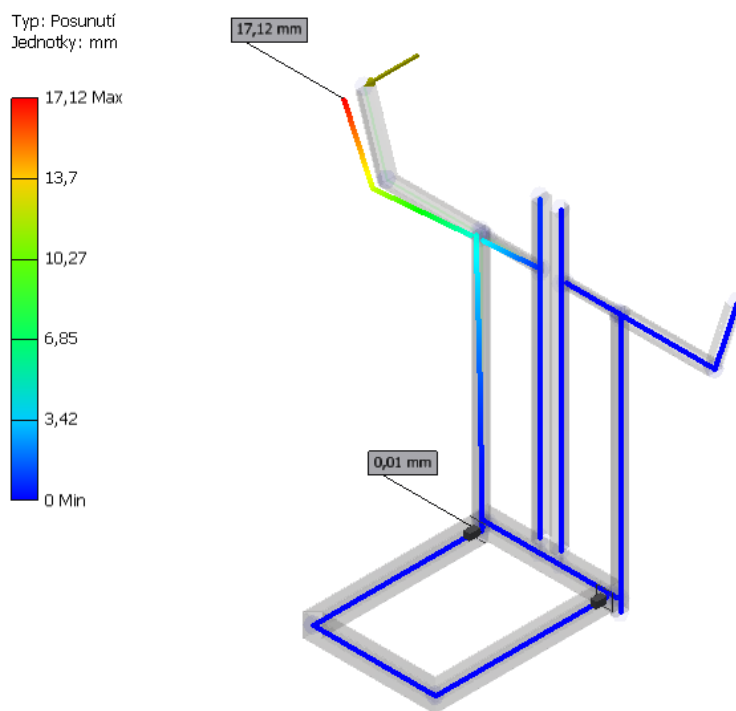
Obrázek 6.3 – Pevné vazby podstavy

Výsledky pevnostní analýzy

Z výsledků pevnostní analýzy je zřejmé, že na konstrukci dochází ke krutu. Maximální napětí vzniklo u podstavy v místě pevného spoje, kde také vzniká střed otáčení. Zde dosahuje napětí hodnot 107,9 MPa. Jelikož mez kluzu použité oceli je 207 MPa, konstrukce pevnostně vyhovuje bezpečnosti téměř dvojnásobně. Naopak posun se nejvíce projeví na konci ramene, kde dosahuje hodnot až 17,12 mm. Tato hodnota posunutí je u takto velké konstrukce zanedbatelná.



Obrázek 6.4 – Výsledné napětí

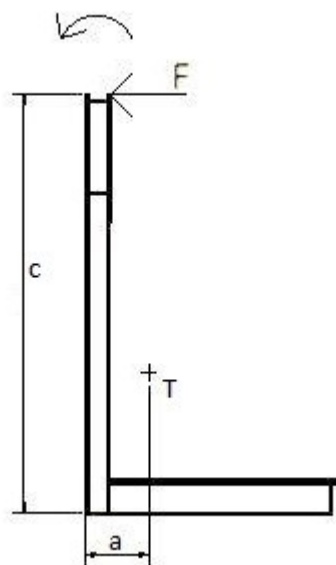


Obrázek 6.5 – Posun konstrukce

6.2 Výpočet stability

Stojan bude umístěn v učebnách, které budou využívány denně. Jelikož je na něm umístěno velké množství elektroniky, je potřeba zajistit dostatečnou stabilitu. Předvedeme tak případnému poničení počítačové periferie.

Pro výpočet jsem si zvolila sílu, která působí v nejvyšším bodě stojanu ve vzdálenosti 1100 mm od klopného bodu. Zvolila jsem směr síly od uživatele, protože v tomto směru je stojan nejnáchylnější na převrácení. Tato situace by mohla nastat, pokud by se student o stojan zavadil nebo se na něj zavěsil



Obrázek 6.6 -výpočet stability

a – vzdálenost klopného bodu k těžišti

c – vzdálenost od klopného bodu k zatěžující síle

F_{MAX} – maximální síla

g – gravitační zrychlení

m – hmotnost stojanu

hmotnost celého stojanu $m = 26,089$ kg

Podmínka rovnováhy

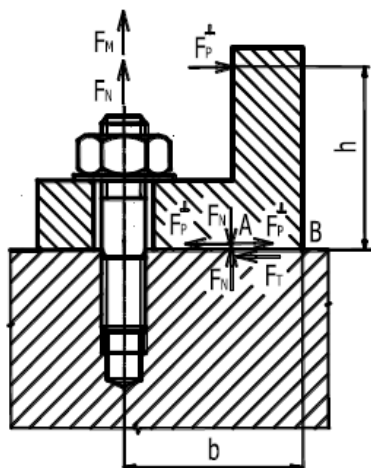
$$(m * g) * a = F_{MAX} * c$$

$$F_{MAX} = \frac{(m * g) * a}{c} = \frac{(26.089 * 9,8) * 167.12}{1100} = 38,844 \text{ N}$$

Těžiště stojanu ve kvůli jeho tvaru a využitého materiálu velmi vysoko. Pro převržení tak stačí síla pouhých 38,844 N což odpovídá přibližně 4 kg. Dospělý člověk je schopen vyvinout sílu mnohonásobně vyšší, proto je potřeba stojan ukotvit k zemi.

Výpočet šroubu pro ukotvení stojanu

Stejně jako u předchozího výpočtu se zaměřím na sílu působící v nejvyšším bodě stojanu. Velikost síly jsem zvolila 300 N, která odpovídá přibližně 30 kg, pro případ, že by o stojan někdo zavadil. Volím zvýšenou bezpečnost $k \geq 2$, kvůli možné proměnlivé provozní síle F_p .



Obrázek 6.7 - šroubový spoj zatížený příčnou silou působící mimo rovinu spojení [15]

k	bezpečnost proti prokluzu	$k \geq 2[-]$
f	součinitel smykového tření	0,18 [-]
f_z	součinitel tření pro metrický závit	0,105 [-]
F_p	provozní síla	300 [N]
$\frac{F_p}{2}$	provozní síla působící na jeden šroub	150 [N]
h	vzdálenost síly od klopného bodu	1100 [mm]
b	vzdálenost osy šroubu od klopného bodu	59 [mm]

Volím závit M10 pevnostní třídy 5.6:

$$P = 1,5$$

$$d_2 = 9,026 \text{ mm}$$

$$d_3 = 8,160 \text{ mm}$$

$$Re = 300$$

Úhel stoupání

$$\psi = \arctg \frac{P}{\pi * d_2} = \arctg \frac{1,5}{\pi * 9,026} = 3,0281^\circ$$

Úhel tření v závitu

$$\varphi' = \arctg \frac{f_2}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \arctg \frac{0,105}{\cos \frac{60}{2}} = 6,913^\circ$$

Tahová síla

$$\frac{F_p}{2} < F_T \rightarrow k * \frac{F_p}{2} = F_T \rightarrow k * \frac{F_p}{2} = F_N * f \rightarrow F_N = \frac{k * \frac{F_p}{2}}{f} = \frac{1,3 * 150}{0,18} = 1083,33 N$$

Přídavná tahová síla

$$F_M * b = \frac{F_p}{2} * h \rightarrow F_M = \frac{\frac{F_p}{2} * h}{b} = \frac{150 * 1100}{59} = 2796,61 N$$

Předpětí ve šroubu

$$F_0 = F_N + F_M = 1083,33 + 2796,61 = 3879,94 N$$

Třecí moment

$$M_{tz} = F_0 * tg(\psi + \varphi') * \frac{d_2}{2} = 3879,94 * tg(3,0281 + 6,913) * \frac{9,026}{2} = 3068,96 N \cdot mm$$

Průřez šroubu

$$W_k = \frac{\pi * d_3^3}{16} = \frac{\pi * 8,160^3}{16} = 106,68 mm^3$$

Napětí v krutu

$$\tau = \frac{M_{tz}}{W_k} = \frac{3068,96}{106,68} = 28,76 MPa$$

Tahové napětí

$$\sigma_T = \frac{F_0}{\frac{\pi * d_3^2}{4}} = \frac{3879,94}{\frac{\pi * 8,160^2}{4}} = 74,19 MPa$$

Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_T^2 + 4 * \tau^2} = 93,88 MPa$$

Kontrola bezpečnosti

$$\sigma_{red} \leq \sigma_{DOV}$$

$$\sigma_{red} \leq \frac{R_e}{k_s}$$

$$k_s = \frac{R_e}{\sigma_{red}} = \frac{300}{93,88} = 3,2$$

Při zatížení stojanu na vrcholu ve výšce 1100 mm silou 300 N, která odpovídá přibližně 30 kg, navrhovaný šroub vyhovuje pevnostní podmínce $k \geq 2$.

7 Vizualizace

Pro tvorbu vizualizace jsem využila program Rhinoceros s přídatným modulem V-ray, který umožňuje realistické vyobrazení modelu.



Obrázek 7.1 – vizualizace stojanu



Obrázek 7.2 - vizualizace možného uspořádání v učebně

8 Závěr

Mým úkolem bylo navrhnout pracoviště do počítačové učebny, které by zvýšilo efektivitu práce i komfort studentů. Nedostatky učebny před rekonstrukcí byly velmi specifické a současný trh nenabízí řešení, které by vyhovovalo všem požadavkům. Proto jsem navrhla naprosto nový koncept řešení. Snažila jsem se docílit co nejvyšší variability a umožnit tak případné využití návrhu i v jiných počítačových učebnách jak Vysoké školy báňské, tak případně i jiných škol. Konečný návrh je svým provedením a pečlivě zvolenými rozměry kompatibilní s různými stolními počítači a souvisejícími zařízeními (jako je monitor, myš a další). Výměnou stolu nebo zvolením jiné barvy HPL desky je možné stojan přizpůsobit každému interiéru.

Změna v umístění počítačů a počítačové periferie umožnila efektivněji využít prostor pracoviště, snížit rozměry stolu a navýšit tak kapacitu z původních dvanácti míst pro studenty na devatenáct míst u stolního počítače. Odstraněním vestavěných skříní vzniká také další prostor pro notebooky a malou kuchyňku.

Využití třetího monitoru zvýšilo jak efektivitu práce, tak i komfort studentů. Studenti nejsou nadále nuceni přeastřovat na vzdálené plátno, což bylo namáhavé na oči. Pro studenty bude lehčí udržet krok s vyučujícím a nebude docházet k častým přerušením výuky. Pokud by i přesto narazil student během výuky na problém, nově zapojené monitory umožní pedagogům přepnout pohled studenta na všechny prostřední monitory a názorně ukázat řešení konkrétního problému.

Díky absenci projektorů v učebně nebude potřeba učebnu nadále zatemňovat. Vyučující tak může během výuky využívat počítače i tabuli na fixy bez snížení viditelnosti. Také studenti budou mít komfortnější tvoření poznámek do bloků.

Díky práci jsem si vyzkoušela využití ergonomie v praxi, řešení nejrůznějších konstrukčních problémů a získala jsem informace o nových, mně neznámých materiálech a technologiích, které jsou pro mne přínosem i do budoucna.

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Tomáši Kubínovi, Ph.D. a panu MgA. Petru Neničkovi za poskytnutí pomoci a odborných rad při tvorbě bakalářské práce.

9 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Počítačové učebny katedry [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<http://www.340.vsb.cz/pocitacovaucebny>>
- [2] Celoškolská pracovna grafických a výpočetních stanic [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.vsb.cz/ucebny/cs/univerzitni-ucebny/a1032/obecne-informace>>
- [3] Celoškolská pracovna grafických a výpočetních stanic – rozvoj [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.vsb.cz/ucebny/cs/univerzitni-ucebny/a1032/rozvoj-ucebny>>
- [4] Monitor Dell P2414Hb Professional [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.pocitace24.cz/repasovane-monitory/1174-monitor-dell-p2414hb-professional-24-matny.html>>
- [5] Konferenční židle ANTARES Taurus TN [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://superkancl.cz/produkt/zidle/konferencni-zidle/konferencni-zidle-antares-taurus-tn>>
- [6] Historie pracovny A1032 [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.vsb.cz/ucebny/cs/univerzitni-ucebny/a1032/historie>>
- [7] Laboratoř číslicové techniky [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://comtech.vsb.cz/n-319-laborato-islicove-techniky>>
- [8] Vítěz ocenění: stůl yuno [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.wiesner-hager.com/cz/o-nas/novinky-tisk/vitez-oceneni-stul-yuno-zaslouzene-ziskal-red-dot-award-product-design-2017-149/>>
- [9] Mandalaki Table [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://www.mandalaki.com/mandalaki-table/>>
- [10] Novus My [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:
<<https://red-dot-21.com/p/design-products/office/other-office/novus-my/>>
- [11] Evo® – Articulating Monitor Arm [online]. [cit.2019-05-15] Dostupné z:

<<https://innovativeworkspaces.com/product/5900/>>

[12] DREYFUSS, Henry. The Measure of Man: Human Factors in Design. 2. vyd. Whitney Library of Design. 1967.

[13] Kaktus Carnegiea gigantea [online]. [cit.2019-05-15]. Dostupné z

<<http://kosovpediadaemon.blogspot.com/2017/06/biotopo.html>>

[14] ABB Design Levit® [online]. [cit.2019-05-15]. Dostupné z

<<https://nizke-napeti.cz.abb.com/designy/levit-zelena>>

[15] KALÁB, Květoslav. ČÁSTI A MECHANISMY STROJŮ pro 2. a 3. ročník bakalářského studia. VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. 2015.

10 Přílohy

Výkres sestavy

Výrobní výkres

CD s bakalářskou prací